

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

④ 公開特許公報(A)

昭60-107017

⑥ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理号

④ 公開 昭和60年(1985)6月12日

G 02 B 26/10

1 0 4

7348-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

④ 発明の名称 光偏向素子

④ 特 願 昭58-213927

④ 出 願 昭58(1983)11月16日

④ 発 明 者 田 辺 正 則 日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

④ 発 明 者 川 上 寛 児 日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

④ 発 明 者 嶋 田 智 日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

④ 発 明 者 山 田 一 二 日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

④ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

④ 代 理 人 弁理士 高橋 明夫 外3名

明 細 書

発明の名称 光偏向素子

特許請求の範囲

1. 一つの基板面内に形成され、複数の、互いに運動方向の異なるバネ部と、このバネ部に支持され、互いに拘束されない運動をしうる可動部と、この可動部に形成される反射鏡と、前記可動部に形成され、前記可動部を駆動する電氣的又は磁氣的手段とからなることを特徴とする光偏向素子。

2. 特許請求の範囲第1項において、

前記基板が半導体の単結晶からなり、前記可動部は前記基板面上で互いに直交する軸を支点として二次元の回転振動をするように構成したことを特徴とする光偏向素子。

3. 特許請求の範囲第1項又は第2項において、

前記可動部を駆動する手段として、前記可動部上に導電コイルパターンを形成したことを特徴とする光偏向素子。

発明の詳細な説明

(発明の利用分野)

本発明は光偏向走査素子に係り、特に、光を機械的に偏向走査するガルバノミラーに関する。

(発明の背景)

光偏向走査素子には、従来より、(I)機械式、(II)電気光学式、及び(III)音響光学式などの種々の方式があり、ディスプレイやプリンタから光メモリ用まで各方式の特長を生かした応用が展開されている。

機械式はミラーやプリズムを回転又は振動させるもので、この種の素子として最も古典的である。しかし、偏向角が大きいため解像点の数が多く、光の損失が少ないこと等の利点があり、ディスプレイやプリンタを中心に未だにこの種の素子の主流をなしている。

回転ミラー方式はモータ回転の高速化と高精度加工した多面鏡により大きい偏向角で高速な走査が可能となつたため、レーザビームプリンタ(LBP)に実用されている。しかし、この場合の回転は一次元であるため、二次元走査を行なわせるには少なくとも二つの回転ミラーを必要とす

る。このため、多面鏡の高精度な加工を必要とする点で回転ミラー自体が高価となるにどまらず、偏向走査システムも高価なものとなる。

一方、振動ミラー（ガルバノミラー）方式では最近、半導体プロセスの分野で発達した写真食刻の高精度加工技術を用いた、小形で高速応答のものが種々提案されている。しかし、これらはすべて走査方向が一次元であるため、二次元走査を行なわせるためには、二つの素子が必要となり、かつ、それらの走査バランスの調整が重要な技術課題となるため、上記同様偏向走査システムとして高価なものとなる。

#### 〔発明の目的〕

本発明の目的は一つの素子で二次元の偏向走査を行なうガルバノミラーを提供するにある。

#### 〔発明の概要〕

本発明はガルバノミラーをシンバルばねで支持した構造とする点に最大の特徴がある。このシンバルばねは、例えば、S1基板の写真食刻により具現化できる。また、ミラーはS1基板上に金属

蒸着等により形成する。二次元の偏向走査は、例えばミラー面に蒸着又はメツキした薄膜コイルに電流を流した状態で、Y、Yの二方向から磁界を加え、この磁界を被検出量に応じてそれぞれ独立に変化させることにより実現する。以下、実施例を示して本発明を詳細に説明する。

第1図は本発明の原理構造である。

S1単結晶からなる基板1を写真食刻によりシンバルパネ状に加工する。シンバルパネ2はX方向軸5及びY方向軸6を中心軸として、それぞれ独立に回転振動する。シンバルパネ2で支持された基板1の中央の可動部面上には金属蒸着やメツキ等によりガルバノミラー3と薄膜コイル4が形成されている。薄膜コイル4に一定電流を与え、X方向の磁界7及びY方向の磁界8をそれぞれ独立に変化させれば、素子は電磁力によつて軸5及び6を中心軸としてそれぞれ独立に回転振動する。従つて、素子に形成したガルバノミラー3に一定方向から光ビームを入射しておけば、ミラー3からの反射光を被検出量に応じて二次元に偏向でき

る。即ち、X、Yの二変数をもつ信号量F(X、Y)の変化を一つの素子で検出し、その出力に応じた光の偏向走査ができる。

#### 〔発明の実施例〕

第2図は上記の原理構造を具現化しうる一実施例である。

同図において、1は(100)面方位をもつn形S1の単結晶基板である。基板1は通常のIC技術の一つである写真食刻法及び化学的食刻法により、支点12-12'及び13-13'をもつシンバルパネ構造を形成すべく加工される。かかる食刻加工としては、例えば、ミラー3等の形成される面を耐食性樹脂等の塗布によつて保護し、その裏面をSiO<sub>2</sub>膜又は感光性耐食樹脂膜等を用いた写真感光法のパターンニング処理を施した後、KOH等のアルカリ溶液による異方性選択エッチングを行なう方法を用いる。

この加工法により、ガルバ素子は固定部(基板1)と可動部1'に分離される。可動部1'の大きさはガルバ素子の駆動性能に影響を及ぼす。即

ち、可動部1'のダンピング効果を大きくする場合、可動部1'の表面積を大きくして空気抵抗を大きくすればよい。一方、高速偏向走査を行なわせる場合は、可動部1'の質量を小さくする必要がある。従つて、かかるガルバ素子の用途に応じた設計、例えば、精密計器を指向する場合は平衡型としてダンピング効果等を重視し、ディスプレイ等を指向する場合は慣性駆動型として高速走査を重視する等の配慮が肝要である。

かかる可動部の動作速度はガルバ素子の設置される周囲の雰囲気によつても影響を受ける。例えば、可動部は真空中に置かれたら極めて高速に動作し、ある特定粘度の流体中に置かれることにより、良好なダンピング特性を示す。従つて、動作速度の精密な制御を要する場合に、ガルバ素子周囲の流体の種類及び圧力を最適に調整する必要がある。

ミラー3は、例えば、Ag、Al、Au等の蒸着通常のミラーコーティング技術、又は、基板1をそのままミラーポリッシュする方法等により形

成される。かかるミラー形成にあつては、特に金属蒸着法を用いる場合、熱応力によるがみが生じないように、例えば、基板1との熱膨張係数差の小さい材料を選択する、蒸着薄膜の厚さを最適設計する等に留意する必要がある。また、基板1をミラーポリッシュする場合、機械的歪が残らないように留意する必要がある。

ミラー3自体を干渉フィルタとすれば、任意色の光を反射光として得られるため、例えば、平面ディスプレイ等に応用する場合は、カラー化が容易となる。

ミラー3の周囲にはこのような二次元ガルバ素子の駆動に寄与する導電コイル4が形成される。ガルバ素子の駆動はジンバルパネのトルクに依存し、トルクは導電コイル4の断面積に比例する。従つて、導電コイル4は本実施例のように、ミラー3の外側に形成することにより、被検出量（入力）に対するジンバルパネのトルクを大きくでき、高感度（偏向角／被検出量が大い）な二次元ガルバ素子を具現化しうる。感度をさらに向上させ

るためには、可動部1'の面積を大きくするか、又は導電コイル4に印加する電流値を大きくする必要がある。前記の方法はジンバルパネの応答性の点で制約があり、後者の方法ではコイルの発熱等により制約を受ける。この条件を考慮して用途に応じた最適設計が必要である。

導電コイル4はA2、A4、A6等の蒸着により、ミラーと同時で、且つ、同様の方法で形成されるのが望ましい。プロセスが簡略化され、歩留向上、コスト低減が図れるからである。しかし、導電コイル4は発熱を抑える観点から、抵抗を数10Ω〜数100Ωと小さくする方が良く、蒸着膜は厚い方が良い。一方、ミラー3は前述のとおり、基板1との熱膨張差による歪を抑えるために、蒸着膜は薄い方が良い。かかる状況を考慮して、用途に応じた最適手法をとる必要がある。

また、導電コイル4は基板1の可動部1'表面上に通常のIC技術の一つである写真食刻法でパターンを形成される。この際、基板1と導電コイル4とは電氣的に絶縁される必要があり、通常は

図示のようにSiO<sub>2</sub>等の絶縁性膜10を形成する。かかる絶縁性膜10もミラー3のゆがみを抑えるために、熱膨張係数、厚さ等を十分考慮する必要がある。

同図において、9は電極パッドであり、基板（固定部）1上に形成される。パッド9は、例えば、A2線等を用いたワイヤボンディング技術により外部端子と接続され、パッド9を通して導電コイル4に電流が印加される。

電極パッド9は導電コイル4と同一の材料で同時に、例えば、蒸着等により形成されるのが望ましいが必ずしも同一又は同時ということに限定されない。

パッド9の一方は導電コイル4の最外縁端部14と直接金属等の導体を介して接続される。なお、両者を同一材料で同時に形成する場合は、あらかじめ、写真食刻法で両者を連結したパターンニングを施せばよい。また、パッド9の他方は導電コイル4の最内縁端部15と接続される。この接続は必ず導電コイル4と交差するため、この交

差部分を電氣的に絶縁する必要がある。本実施例では図示のように、基板1の可動部1'表面上に導電コイル4の端部15と電極パッドの端部9'とを電氣的に接続する導体層11を選択的に（この部分のみ）形成し、交差する導電コイル4との絶縁を前述したSiO<sub>2</sub>等の絶縁性膜で行なう。その他の方法には、例えば、交差する導電コイル4をまたぐように、A2等のワイヤでボンディング結線してもよい。導体層11は基板1と逆の特性をもつ不純物（例えばボロン等）を選択的に拡散することにより形成される。

なお、かかる拡散技術により、リ板の回転支点12、12'及び13、13'部分に抵抗層を形成しておけば、抵抗層は基板可動部1'の回転によるねじれ角（せん断ひずみ）に応じて抵抗値変化するため、本発明の二次元ガルバ素子は同時に角度センサをも兼ねることができる。

第3図は本発明の二次元ガルバ素子の固定方法に関する実施例である。基板（固定部）1は図示のように基体10と接合される。かかる基体10

は、例えば、ホウケイ酸ガラス等の、基板1と熱膨張係数の近似した材料であり、基板1との接着は接着剤を全く用いない陽極接着法で行なう。

この方法によれば、熱による残留歪が極めて少なく、通常の接着剤によくみられる接着層の劣化現象がないため、ミラー3にゆがみをもたらすことがなく、経時変化の少ない高寿命のガルバ素子を具現化できる。

本発明の接着固定法を用いる場合、必ずしも第3図に示す構成に限られない。

第4図は本発明の二次元光偏向素子の応用例について概略を示したものである。本発明の具体的な応用例は、レーザビームプリンタ、投射形テレビ、投射形平面ディスプレイ（例えば、液晶ディスプレイ）への書き込み、光カードメモリ読出・書き込み等の情報検出、及び電磁オシログラフ等の計測機器がある。いずれの場合も従来一次元偏向素子を複数個用いていたところを本発明の二次元偏向素子一つでまかなえる。従つて、第4図のように一筆書きが可能となる。

なお、第1図で説明したように、本実施例ではミラー部3を電磁力で回転駆動しているが、これを静電力としても本発明の本質を失うものではない。

第5図は本発明のガルバ素子を静電力で駆動する場合の実施例である。同図において、基体10はホウケイ酸ガラス等の、基板1と熱膨張係数の近似した材料からなり、中央に設けた凹部の各辺に沿つて電極が少くとも四箇所111～114に形成される。又、基体10の凹部中心にはガルバ素子可動部1'を支持する突起12が形成される。電極11は、例えば、蒸着等で容易に形成できる。凹部及び突起12は選択的の化学エッチング等により容易に実現できる。可動部1'と電極111、113との間の静電力による回転振動、及び可動部1'と電極112、114との間の静電力による回転振動をそれぞれ突起12を中心として独立に発生させ、この二次元回転振動を行なう可動部1'上にミラー3を形成することにより、二次元の光偏向走査が可能となる。

また、第1図でX、Y各方向についてそれぞれ印加する磁界は、例えば、電磁石によつて形成され、磁界変化は電磁石の電流値を変えることにより生じる。一次元方向の回転運動について二方向以上の電磁駆動力を用いると、偏向角度をより大きくできる。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば一つの素子で二次元の偏向走査をなし得る。

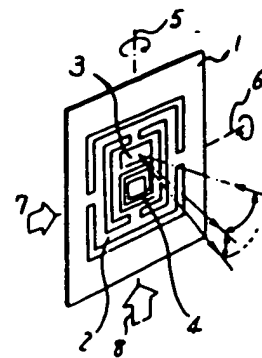
#### 図面の簡単な説明

第1図は本発明の原理図、第2図、第3図は本発明の一実施例の断面図、第4図は本発明の応用に関する原理説明図である。

1…基板、3…ミラー、4…導電コイル、10…熱媒性膜、11…導電層。

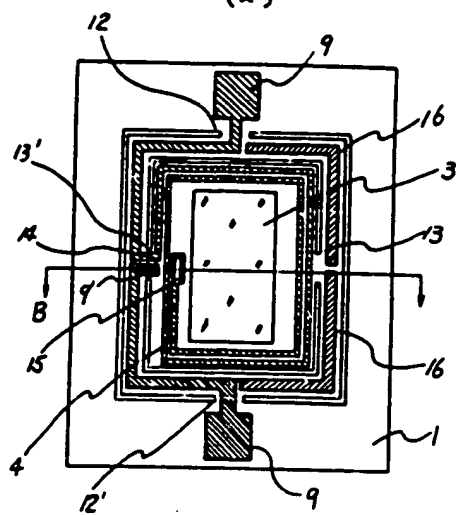
代理人 弁理士 高橋明夫

第1図

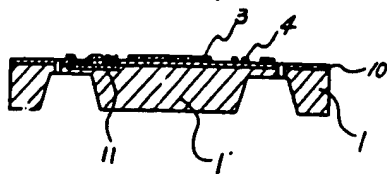


第2図

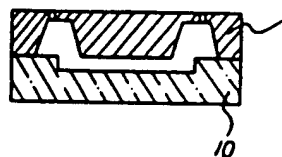
(a)



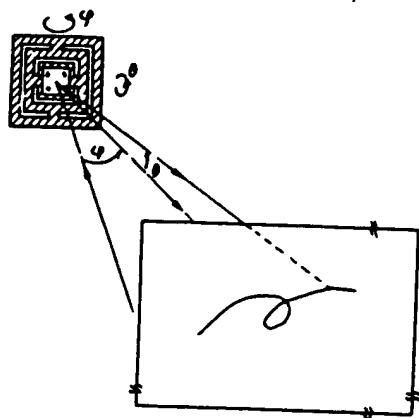
(b)



第3図

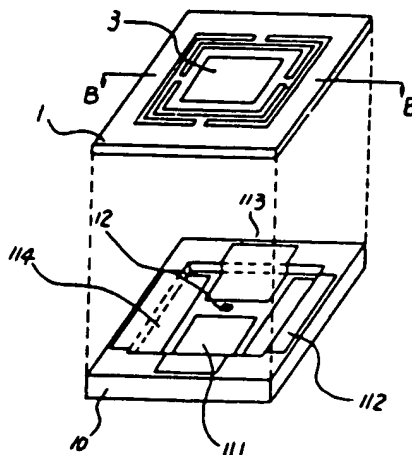


第4図

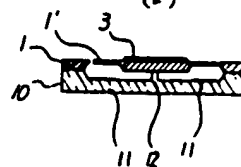


第5図

(a)



(b)





## (19) JAPANESE PATENT OFFICE (JP)

## (12) PUBLICATION OF UNEXAMINED PATENT APPLICATION (A)

(11) Patent Application Disclosure (Kokoku) Number: 60-107017

(24) (44) Kokoku Publication: June 12, 1985

(51) Int. Cl <sup>4</sup> .	Identif. Symbol	Intra-Office File Number
G 02 B 26/10	104	7348-2H

Number of Inventions: 1 (Total of 5 pages)

---

(54) Title of the Invention: OPTICAL DEFLECTING ELEMENT

(21) Application Number: 58-213927

(22) Filing Date: November 16, 1983

(72) Inventor: Masanori Tanabe  
c/o Hitachi Research Institute, Hitachi, Ltd.  
Hitachi-shi, Saiwai-cho, 3-chome, 1-ban, 1-go

(72) Inventor: Hiroshi Kawakami  
c/o Hitachi Research Institute, Hitachi, Ltd.  
Hitachi-shi, Saiwai-cho, 3-chome, 1-ban, 1-go

(72) Inventor: Satoshi Shimada  
c/o Hitachi Research Institute, Hitachi, Ltd.  
Hitachi-shi, Saiwai-cho, 3-chome, 1-ban, 1-go

(72) Inventor: Kasuji Yamada  
c/o Hitachi Research Institute, Hitachi, Ltd.  
Hitachi-shi, Saiwai-cho, 3-chome, 1-ban, 1-go

(71) Applicant: Hitachi, Ltd.  
Tokyo-to, Chiyoda-ku, Kanda Surugadai  
4-chome, 6-banchi

(74) Representative: Akira Uchihara

Examiner: Akio Takahashi, 3 others

## Specifications

Title of the Invention: Optical Deflecting Element

Scope of the Patent's Claims:

1. An optical deflecting element, characterized by the fact that it comprises a spring part moving in multiple directions different from each other, formed in the surface of one substrate; a mobile part which can be moved without mutual restrictions; and a reflection mirror formed on this mobile part formed by said mobile part;

forming an electric or magnetic means driving said mobile part.

2. The optical deflecting element described in claim 1, wherein said substrate is made of a semiconductor monocrystal, characterized by the fact a two-dimensional construction enables rotational oscillations wherein orthogonal axes which cross each other on the surface of said substrate serve as support points of said mobile part.

3. The optical deflecting element described in claim 1 or 2, characterized by the fact that a conductive coil pattern is formed on said mobile part as a means driving said mobile part.

Detailed Explanation of the Invention  
(Sphere of Industrial Use)

This invention relates to an optical deflection scanning element, in particular to deflection scanning of a galvano mirror provided with an optical mechanism.

(Background of This Invention)

Optical deflection scanning elements which have been developed according to prior art methods can use (I) the mechanical method, (II) the electro-optical method, and (III) the acoustic-optical method, etc., in order to generate required characteristics according to each method for various types of devices, from displays or printers to optical memory.

The mechanical method is based on oscillation or rotation of a mirror or a prism and this type of element represents the most traditional type of element. However, because the deflection angle is large, a large number of resolution points must be used and the problem is that this will inevitably cause a small optical loss. That is why this method is used mainly for displays and printers where it at this point still represents the main trend.

Since a method that uses a revolving mirror enables high-speed scanning with a large deflection angle through a polygon mirror based on high-precision processing with a high speed of motor revolutions, this method is used for practical applications in laser printers (LBP).



However, since the revolutions will be in this case one-dimensional, at least two revolving mirrors are required to conduct two dimensional scanning.

[page 2]

Given that a revolving mirror per se is an expensive unit and this unit is indispensable for high precision processing performed with a polygonal mirror, the deflection scanning system will be also expensive.

On the other hand, various types of oscillating mirror (galvano mirror) designs which have been proposed most recently for application with high-precision processing techniques used for photo-engraving developed in the field of semiconductor processing use a compact size with a high speed of the response. However, because the scanning direction according to all of these proposals is one-dimensional, not only are two elements required in order to conduct two-dimensional scanning, but another problem is that an adjustment of the scanning balance is also required. This means that the above mentioned deflection scanning system is also expensive.

#### (Purpose of This Invention)

The purpose of this invention is to provide a galvano mirror which enables two-dimensional scanning with one element.

#### (Invention Summary)

This most important characteristic of this invention is a construction wherein a galvano mirror is supported by a gimbal spring. This gimbal spring can be realized for instance by using photo-engraving of an Si substrate. In addition, a metallic film can be formed for the mirror on the Si substrate by vapor deposition, etc. Two-dimensional deflection scanning can realized for instance by applying a magnetic field in two directions Y, Y during a state when an electric current flows through a thin film coil after vapor deposition or plate has been applied to a mirror surface, so that respective independent changes are realized in response to the detected amount of this magnetic field. The following is a detailed explanation of this invention which is based on its embodiment.

Figure 1 explains the principles of the construction of this invention.

Substrate 1 is formed from an Si monocrystal processed by photo-engraving to create a gimbal spring shape. Gimbal spring 2 has a central rotational axis 5 in direction X as well as axis 6 in direction Y, enabling independent rotational oscillations around respective axes. Thin film coil 4 and galvano-mirror 3 are shaped by plating, etc., or by applying vapor deposition of a metallic film, etc., to a mobile part surface in the center of substrate 1 which is supported by gimbal spring 2. When a constant electric current is applied to thin film coil 4, as a result of independent changes of magnetic field 8 in direction Y and of magnetic field 7 in direction X, the

element will perform rotational oscillations independently along central axis 6 and along axis 5 under the influence of electromagnetic force. Accordingly, when incident beams are introduced from a constant direction to a galvano mirror formed in this element, the light reflected from mirror 3 can be deflected in two dimensions according to the detected amount.

Specifically, the changes of signal amount  $F(X, Y)$  having two variables  $X$  and  $Y$  are detected by one element, enabling deflection scanning of light beams corresponding to the output of the light.

#### (Embodiment of the Invention)

Figure 2 shows one embodiment of a concrete construction realized on the basis of the above described principles of this invention.

As shown in the same figure, 1 indicates a monocrystal substrate formed from n-type Si having surface orientation (100). Substrate 1 is processed to form the desired gimbal spring structure fulcrum (supporting points) 12 - 12' and 13 - 13' according to the chemical engraving method and photo-engraving method, representing a common IC technique. During this engraving processing, mirror 3, etc., can be formed for instance so that the surface to be formed is coated with a corrosion-resistant resin for protection, and after patterning processing has been conducted according to the photo-sensitive method, etc., by using an  $\text{SiO}_2$  film or a photosensitive corrosion-resistant resin, etc., on the reverse surface, anisotropic selection etching is conducted with KOH or a similar alkali solvent.

According to this method, the galvano element is separated into a fixed part (substrate 1) and a mobile part 1'. The size of this mobile part 1' will have an influence on the operating capability of the galvano element.

Specifically, when there is a large damping effect of mobile part 1', a large surface area of mobile part 1' can be created for a large air resistance. On the other hand, when deflection scanning is conducted with a high speed, the mass of mobile part 1' must be reduced. Accordingly, the design must correspond to the use of this galvano element. For example in the case of a directional design of a precision measuring instrument, the flat impact type of the damping effect is considered important. In case of directional characteristics of a display, etc., it is essential to take into consideration the importance of the inertial driving type of operations for high-speed scanning.

The operating speed of this mobile part will be also subject to atmospheric influences on the periphery of the galvano element design. An extremely high speed can be achieved for example if the mobile part is used in a vacuum, and optimal damping characteristics will be displayed if it is used in a fluid which has a specific viscosity. Accordingly, when the operating speed must be controlled with precision, it is necessary to provide an optimal adjustment of the pressure depending on the type of the peripheral fluid of the galvano element.

Mirror 3 can be formed for example with a common type of mirror coating technique using for instance vapor deposition with Ag, Al, Au, etc., or substrate 1 can be used as is by utilizing the mirror polishing method, etc.

[page 3]

The shape of this mirror should be selected so as to avoid warping due to thermal stress, in particular if the metallic vapor deposition method is used. This can be done for example by selecting a material with a heat expansion coefficient that is only slightly different from that of substrate 1, and it is also necessary to pay attention to an optimal design of the thickness of the thin film which is formed by vapor deposition. Moreover, if substrate 1 is formed with the mirror polishing method, one must make sure that this will not cause any residual mechanical warping.

If the mirror itself is used as an interference filter, a simple color design can be created in order to obtain reflected light with any color of the light rays, for instance by using a flat surface display, etc.

Conductive coil 4 is formed to enable operations on the periphery of mirror 3 having this kind of two-dimensional galvano element. The operations of the galvano element will depend on the torque of the gimbal spring and they will be proportional to the cross-sectional area of conductive coil 4. Accordingly, when conductive coil 4 is formed on the outer side of mirror 3 as shown in the present embodiment, the torque of the gimbal spring can be increased in response to the detected amount (the work input), enabling to realize a two-dimensional design which is characterized by a high sensitivity (deflection angle/detected amount is large).

In order to improve the sensitivity even more, it is necessary either to increase the surface area of mobile part 1', or to increase the value of the electric current which is applied to conductive coil 4. The former method is restricted from the viewpoint of the response characteristics of the gimbal spring, while the latter method is subject to restrictions represented by heat generated by the coil, etc. Under these conditions, it is necessary to choose an optimal design corresponding to the use of the product.

Conductive coil 4 should be formed according to the same method and at the same time with the mirror with vapor deposition of Ag, Al, Au, etc. This makes it possible to simplify the process, as well as to improve the yield and bring down the cost of the design. However, considering that conductive coil 4 is subject to a limitation represented by the generated heat, a thick vapor deposition film is preferable in order to reduce the resistance which should be in the range of multiples of  $10\ \Omega \sim 100\ \Omega$ . On the other hand, as was explained above, in order to suppress warping due to the thermal expansion difference between mirror 3 and substrate 1, a thin vapor deposition film is preferable. Given these conditions, it is again necessary to select an optimal method based on the use of the product.

Furthermore, conductive coil 4 is formed with a pattern created according to the photo-engraving method which is a common IC technique on the surface of mobile part 1' of substrate 1. Since in this case, substrate 1 and conductive coil 4 must be electrically insulated, insulating film 10 can be normally formed as shown in the figure from  $\text{SiO}_2$ , etc. To make it possible for this insulating film to suppress warping of mirror 3, one has to take into consideration to a sufficient degree also the heat expansion coefficient, the thickness, etc.

As shown in the same figure, 9 is an electrode pad formed on the substrate (fixed part) 1. Pad 9 can be formed for instance by the wire bonding technique using a wire made of Al, etc., and it can be connected to an external terminal so that an electric current can be applied through pad 9 to conductive coil 4.

Electrode pad 9 can be formed from the same material as conductive coil 4 and it can also be formed at the same time, using vapor deposition, etc., although it does not necessarily have to be formed in this manner or at the same time.

One side of pad 9 is connected through a conductor, for instance a direct metallic conductor, to the outermost shell terminal part 14 of conductive coil 4. In addition, if both items are formed simultaneously and from the same material, it is necessary to create first patterning linking both items according to the photo-engraving method. Moreover, the other side of pad 9 is connected to the innermost shell terminal part 15 of conductive coil 4. Because this connection must cross conductive coil 4, the crossing part must be electrically insulated. As shown in the figure explaining the present embodiment, conductive layer 11 is formed selectively (only in this part) to connect electrically terminal part 9' of the electrode pad to terminal part 15 of conductive coil 4 on the surface of mobile part 1' of substrate 1, and the insulation of the crossing conductive coil 4 can be achieved with a film having insulating characteristics, for instance an  $\text{SiO}_2$  film, etc. It is also possible to use another method by utilizing a connecting line made by bonding from an Al wire, etc., so that it reaches to the crossing coil 4. Conductor layer 11 is formed by applying selectively diffusion with an impurity having the opposite polarity than that of substrate 1 (for instance by using boron, etc.).

In addition, if a resistance layer is formed with the diffusion technique in the part having rotation supporting points 12, 12' and 13, 13' on the substrate, the resistance layer can be combined with an angle sensor used simultaneously by the two-dimensional galvano element of this invention with resistance fluctuations corresponding to the torsion angle (shearing strain) caused by the rotations of substrate mobile part 1'.

Figure 3 shows an embodiment relating to the fixing method used to fix the two-dimensional galvano element of this invention. Substrate (fixed part) 1 is connected to base substance 10 as shown in the figure.

[page 4]

This base substance 10 can be formed for instance from borosilicate glass, etc., which is a material that has a similar thermal expansion coefficient as that of substrate 1, and the electrode connecting method can be used for bonding to substrate 1 without using any adhesive agent.

When this method is used, the residual warping is extremely small and since a deterioration of the connecting layer which is often observed with a common type of adhesive agent will not occur, it is possible to realize a design of the galvano element which ensures a long life span with small fluctuation over time and without warping of mirror 3.

If a fixing method using an adhesive is utilized for this invention, the construction will not necessarily be as shown in Figure 3.

Figure 4 provides a simplified explanation of an application example of the two-dimensional optical deflecting element of this invention. Among concrete application examples of this invention are included a laser beam printer, a projection type TV, a projection type flat-surface display (for instance a liquid crystal display), an optical card memory read/write information device, or a measuring instrument such as an electromagnetic oscillograph, etc. In each case, prior art devices used a plurality of one-dimensional deflecting elements, whereas this invention utilizes a single two-dimensional element. Accordingly, this makes it possible to use the single-stroke writing construction which is shown in Figure 4.

Also, although the explanation of Figure 1 pertained to rotational operations wherein electromagnetic force is applied to mirror part 3 in the present embodiment of this invention, the gist of this invention will not be lost even if electrostatic force is used for this purpose.

Figure 5 shows one embodiment of the galvano element of this element which is operated by electrostatic force. As shown in this figure, base substance 10 is manufactured from a material having a thermal expansion coefficient close to that of substrate 1, for instance borosilicate glass, etc., with a concave part mounted in the center and electrodes 111 ~ 114 deployed along respective edges in four locations. In addition, protrusion 12 is formed to support mobile part 1' of the galvano element in the center of base substance 10. Electrode 11 can be formed easily for instance by vapor deposition, etc. The concave part and the protrusion can be easily realized by using selective chemical etching, etc. Rotational oscillations are induced by electrostatic force between mobile part 1' and electrodes 111, 113 and independent rotational oscillations having as its center protrusion 12 are also induced by electrostatic force between mobile part 1' and electrodes 112, 114. This enables two-dimensional scanning in a deflected direction by forming mirror 3 on mobile part 1' which performs these two-dimensional rotational oscillations.

In addition, the magnetic field which is applied in directions X and Y as shown in Figure 1 can be formed for example with an electromagnet and changes of the electromagnetic field can be induced by changing the value of the electric current flowing through the electromagnet.

When electromagnetic driving force is used in two or more directions for rotational movement in the direction of a single direction, this makes it possible to use a larger deflection angle.

(Effect of the Invention)

The invention makes it possible to obtain two-dimensional deflection scanning with a single element.

Brief Explanation of Figures

Figure 1 is a diagram explaining the principle of this invention, Figure 2 and Figure 3 show a cross-sectional view of one embodiment of this invention, and Figure 4 and Figure 5 are explanatory diagrams explaining the application of this invention.

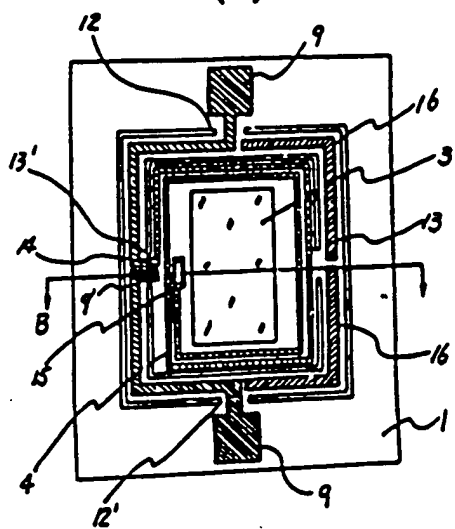
1 ... substrate, 3 ... mirror, 4 ... conductive coil, 10 ... insulating film, 11 ... conductive layer.

Representative: Akio Takahashi

[Figure 1]

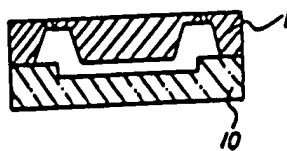
第2図

(A)

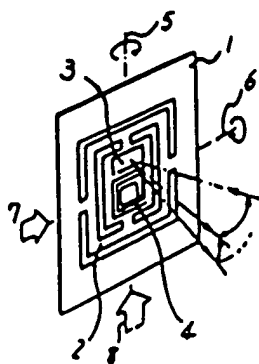


[Figure 1, 2, 3, 4, and 5]

第3図

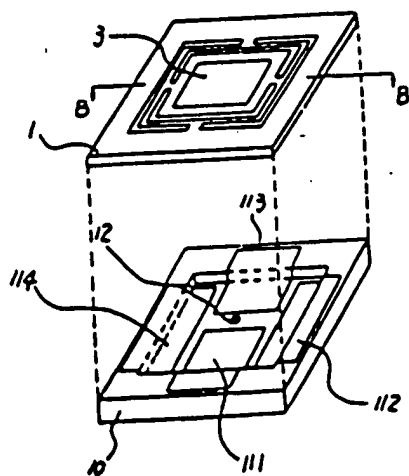


第1図

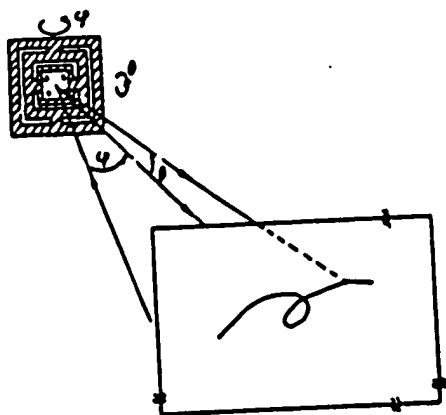


第5図

(A)



第4図



(B)



